植物分类学报 22 (4): 289—296 (1984)
Acta Phytotaxonomica Sinica

# 三尖杉属植物叶片结构的比较观察

胡 玉 熹
(中国科学院植物研究所，北京)

**摘要** 本文作者在光学显微镜与扫描电子显微镜下，比较观察了三尖杉属植物叶片构造与叶表面角质层的特征。

观察结果表明，篦子三尖杉的气孔为双环型，少数为单环型；单位面积上的气孔平均数较多(120.6个/$mm^2$)；具皮下层；叶肉中含有大量丝状石细胞和少量星状石细胞及短石细胞；叶下表面角质突起不明显。而三尖杉属的其余种类，气孔均为双环型，气孔平均数较少(47.3—88.1个/$mm^2$)；除日本粗榧与柱冠日本粗榧外，均无皮下层；叶肉中具星状石细胞、短石细胞、纤维状石细胞或完全缺如；叶下表面具明显的角质突起。依据上述特征以及大体形态和生物碱成分等有关资料，我们建议在三尖杉属中可分为：三尖杉组(Sect. Cephalotaxus)和篦子三尖杉组(Sect. Pectinatae)。

此外，本文还对三尖杉组中的分系与某些种的划分，以及三尖杉科的系统位置进行了讨论。

**关键词** 三尖杉属；叶子解剖；石细胞；角质突起；系统发育

三尖杉科(Cephalotaxaceae)仅有三尖杉属(*Cephalotaxus* Sieb. & Zucc. ex Endl.)一属。该属自 Endlicher (1842)记入《植物属志补篇》[11]以来，已对其叶子结构与角质层特征积累了不少资料，其中有 Florin 对本属6个现存种及某些化石种的叶表皮结构作过描述[13,14]；Napp-Zinn 综述了三尖杉属叶子的结构特征[23]；Griffith 研究了日本粗榧叶子转输组织的构造与发生[16]。此外，Kausik 和 Bhattacharya 在论述松杉目和红豆杉目叶形与叶片结构[20]以及本文作者等最近在裸子植物叶子转输组织[19]，松柏类植物叶子的比较解剖[6]等文章中，都提及三尖杉属叶子的一般结构与转输组织特征。

关于三尖杉科系统位置的讨论，除主要依据大体形态外，还有从生活史及营养苗端的季节变化[29,30]；木材解剖[15]；花粉形态[12]；以及化学成分[3]等方面资料。不过迄今为止，仍存在有分歧意见。

近年来，由于从三尖杉属植物里发现了某些生物碱，可作为新型抗癌药物后[3]，更引起了人们对该属植物研究的兴趣。

本文作者在光学显微镜与扫描电子显微镜下，对三尖杉属各种植物叶片结构及叶表面角质层特征，作了全面比较观察。试图为该属现存种的分类、化石种的鉴定，以及三尖杉科系统位置的研究，提供更多的证据。

## 材 料 与 方 法

本文供试材料为9种、2变种和1栽培变种，这些种类除一部分新鲜材料采自我国各

本文经王伏雄教授及傅立国同志审阅，并提出宝贵意见；封淑燕同志协助技术工作，特此一并致谢。

表 1 供试种类及采集地点

Table 1 Species studied and their localities

| 种名 Species | 采集地点 Locality |
|---|---|
| 三尖杉 *Cephalotaxus fortunei* Hook. f. | 中国福建,广西. China: Fujian, Guangxi |
| 高山三尖杉 *C. fortunei* var. *alpina* Li | 中国四川,云南,甘肃. China: Sichuan, Yunnan, Gansu |
| 印度三尖杉 *C. griffithii* Hook. f. | 印度,缅甸,老挝,越南,泰国. India, Burma, Laos, Vietnam, Thailand |
| 海南粗榧 *C. hainanensis* Li | 中国广东,广西、云南,西藏;越南. China: Guangdong, Guangxi, Yunnan, Xizang. Vietnam |
| 日本粗榧 *C. harringtonia* (Forbes) Koch | 日本. Japan |
| 柱冠日本粗榧 *C. harringtonia* cv. Fastigiata | 中国江西. China:Jiangxi |
| 贡山三尖杉 *C. lanceolata* K. M. Feng | 中国云南. China: Yunnan |
| 西双版纳粗榧*C. mannii* Hook. f. | 中国云南;印度. China: Yunnan. India |
| 篦子三尖杉 *C. oliveri* Mast. | 中国四川,广东. China: Sichuan, Guangdong |
| 粗榧 *C. sinensis* (Rehd. et Wils.) Li | 中国安徽,江西. China: Anhui, Jiangxi |
| 宽叶粗榧 *C. sinensis* var. *latifolia* Cheng et L. K. Fu | 中国四川,湖北,贵州,福建,广东,广西. China; Sichuan, Hubei, Guizhou, Fujian, Guangdong, Guangxi |
| 台湾三尖杉 *C. wilsoniana* Hayata | 中国台湾. China: Taiwan |

地外,其余均由我所标本室提供(表 1)。 新鲜材料及经水煮后的蜡叶标本材料,都浸入 FAA 固定液中保存备用。

每种分别从不同产地的材料中,选取 3—5 片成熟叶子,应用叶片整体透明法制成永久制片[28],以观测叶片中石细胞的形状、数量与分布,以及转输组织等结构特征。 由一般石蜡制片法,制成成熟叶片中部的横切面与纵切面,切片厚度 10—12 微米,番红-固绿或番红-苏木精染色。用 10% 铬酸与 10% 硝酸混合液离析叶片表皮角质层,并制成永久制片。

在扫描电子显微镜下,观察叶片表面角质层的样品制备: 取每种成熟叶片中部约 5 平方毫米(气孔带包括在内),经各级酒精脱水干燥后,分别粘贴在样品台架上,真空喷镀金膜,再移入扫描电镜样品室内,样品台架倾斜 30 度角,于加速电压 20 千伏下观察及照相。

## 观 察 结 果

### (一) 光学显微镜下的叶片结构

1. 表皮层 叶片上表皮细胞壁较薄,表面覆盖一层厚 3.6 微米(西双版纳粗榧)至 12.5 微米(台湾三尖杉)的角质层,表面平滑,无乳头状突起。 细胞表面观呈方形或长方形,侧壁平直(图版 1:4)。在每平方毫米范围内,表皮细胞平均有 158.9 个(宽叶粗榧)至 570.6 个(贡山三尖杉),一般为 300 多个。

叶片下表面的中脉两侧，各有一条宽的气孔带，每带具14—16列气孔。下表皮细胞壁较厚，细胞表面观为窄长方形，细胞长轴与叶脉平行，侧壁平直，具横或斜向端壁。

气孔的保卫细胞稍陷于表皮细胞之下，副卫细胞4—6个。通常在副卫细胞外面，还有一圈环绕细胞，为完全或不完全的双环型气孔[14](图版1:2，3)。但篦子三尖杉的气孔类型除多数为双环型以外，还有少数单环型气孔存在(图版1:5)。在下表皮细胞、副卫细胞与环绕细胞的外平周壁上，具不同发育程度的角质乳头状突起(图版1:1—3)。

2. 叶肉和石细胞　叶肉分化明显，栅栏组织细胞单层，其厚度约占叶片厚的1/3—1/5。海绵组织细胞形状不规则，胞间隙较大(图版1:1)。紧接栅栏组织的下面，或叶脉的左右两侧，常有一些横向伸长的薄壁组织细胞，Kausik 和 Bhattacharya 认为，此等细胞类似于罗汉松属 (*Podocarpus*) 植物叶片的副转输组织[20]。从叶片纵切面看，叶肉细胞可多达10—12层。

本属绝大多数种类富含各类石细胞，如三尖杉、印度三尖杉、海南粗榧、西双版纳粗榧、粗榧及台湾三尖杉，均分布有数量不等的星状石细胞(图1:1；图版2:1)，细胞平均长289.1±11.25微米(台湾三尖杉)至426.6±17.52微米(西双版纳粗榧)，细胞长轴与叶脉垂直。值得提出的是，印度三尖杉与西双版纳粗榧的部分材料中，石细胞缺如。贡山三尖杉仅叶片基部具少数短石细胞，其中有的具小突起，细胞平均长为109.5±6.67微米(图1:5)。在篦子三尖杉中具大量丝状石细胞(有的具分枝)，它们常相互交织，细胞长轴多与叶脉垂直，细胞长平均为1116.9±42.89微米，最长可达1.6毫米，约占整个叶片宽度的一半(图1:3；图版2:3；图版3:2)。另外在叶缘及叶的两端，还分布有少数星状石细胞及短石细胞。紧接上表皮层之下，有一层稀疏分布的厚壁皮下层细胞(图版1:7)。从透明叶片看，此等细胞仍为星状石细胞，不过细胞分枝较少，细胞长256—694微米(图1:4；图版3:1)。在日本粗榧与柱冠日本粗榧的叶片中，紧接上、下表皮层细胞之下，均有一层间断排列的厚壁皮下层细胞(图版1:6)，它们大部分为纤维状石细胞，少数为短石细胞，前者细胞两端钝尖或有小的分叉，壁上具斜裂隙状纹孔(图1:2)，细胞长轴与叶脉成平行排列(图版2:2)。日本粗榧的纤维状石细胞平均长907.9±54.12微米。在叶肉中尚有少量的纤维状石细胞、星状石细胞和短石细胞。但是 Rao 和 Malariya 在研究 *C. drupacea* Sieb. et Zucc.(=*C. harringtonia* var. *drupacea* (Sieb. et Zucc.) Koidzumi) 的叶片中，尚未发现有石细胞[25]。值得注意的是，分布于我国四川、云南、甘肃等地的高山三尖杉(三尖杉的变种)，以及产于四川、湖北、贵州、广东、广西和福建等省区的宽叶粗榧(粗榧的变种)，其叶肉中均不含有石细胞。

3. 维管束及转输组织　单叶脉位于叶片中间，横切面上近椭圆形，维管束由具螺纹加厚的管胞，筛胞及薄壁组织细胞组成；筛胞侧壁上具近圆形的筛域，直径为2.5—3.5微米。维管束鞘单层，较不明显。在维管束与鞘之间，为裸子植物特有的转输组织。叶片中部横切面上，转输管胞位于维管束左右两侧，呈翼状分布(图版1:1)；管胞壁为具缘纹孔及螺纹或网状增厚。根据转输管胞的分布图式，以及管胞壁增厚的特征，本属的转输组织应隶属红豆杉型 (Taxus type)[19]。据Griffith 报道，日本粗榧叶片的转输组织，因部位不同，分布的图式变化较大，如在叶顶端横切面上，转输管胞成弧形排列，与维管束近轴面的木质部紧密相连；叶中部横切面上，转输管胞位于两侧成翼形分布；而在叶基部，木质部两侧只

有少量转输管胞[16]。

树脂道1个,内生于维管束的远轴面,直径40—70微米(根据叶中部横切面上测量),组成树脂道的鞘细胞,一般为2—3层(图版1:1)。

**(二) 扫描电镜下叶表面角质层的特征**

三尖杉属植物叶片上表面角质层平滑,无角质突起;下表面的角质突起极为明显(篦子三尖杉除外),通常在下表面的表皮细胞、副卫细胞及环绕细胞的外平周壁上,各具1个角质突起,突起的形状可随上述细胞表面形状轮廓的不同而异。在气孔带中,每个气孔由两个角质突起围成长椭圆形或近长方形的环形圈,在环形圈之间又由极向副卫细胞上的角质突起与其相接,从而使每一纵列气孔,形成一条长链状的雕纹(图版3:3—5)。

角质突起表面平滑,或具表面蜡质覆盖。在略下陷的气孔开口处,常被表面蜡质堵塞;其中也留有少数裂缝状小孔,此处可能为气体交换的通道(图版3:3,5)。在日本粗榧中,气孔开口处的表面蜡质堵塞较少(图版3:4)。

值得注意的是,篦子三尖杉的角质突起较不明显,在气孔带区的角质突起轮廓也与上述不同,仅具单个散生的圆丘状或近长方形角质隆起(图版3:6)。

## 讨论

通过对三尖杉属9种、2变种及1栽培变种叶片结构的比较观察,明显看出在其叶肉中石细胞的存在与否,石细胞的形状、数量及分布图式等,是最引人注目的特征之一,并且与许多被子植物和裸子植物[26,27]一样,石细胞为一种比较稳定的特征,在本属的分类与鉴定上,可以作为重要的依据。

在光学显微镜下,三尖杉属的大多数种类叶下表面,均隐约见有角质突起(图版1:2,3)。在Florin的研究报道中,认为在三尖杉属中,除三尖杉以外,其它多数种类的乳头状突起均不明显[14]。但我们根据扫描电镜的观察表明,本属除篦子三尖杉以外,其余各种皆有明显的角质突起。由此可见,上述报道与我们在扫描电镜下所见到的事实有较大出入。有人认为叶片上角质突起的有无或发育程度不同,可能与气候条件或地理分布有关[9];然而也有一些实例表明,角质突起仍可作为分类鉴定的辅助特征之一[7,22]。

在三尖杉属植物叶下表面气孔开口处,常有大量表面蜡质堵塞,此种现象在其它松杉类植物中也有报道[17,31]。蜡塞的存在,虽然对气孔行使正常的气体交换有一定的影响,但是在适应干旱等不良环境方面,可能具有特殊的意义。

根据本文观察结果表明,在本属中以篦子三尖杉的叶片结构与角质层特征最为独特,同时联系到该种的大体形态特征[4],及生物碱的结构类型与组分[3]等方面资料,也与本属其它各种相差较大。为此我们建议,三尖杉属拟分为两个组,即三尖杉组(Sect. Cephalotaxus)和篦子三尖杉组(Sect. Pectinatae),现将它们的主要特征比较如下(表2)。

在三尖杉组中,日本粗榧及其栽培变种柱冠日本粗榧的叶片结构较为特殊,因此,我们不能同意胡秀英根据外部形态特征,将海南粗榧与印度三尖杉都并入日本粗榧的主张[18]。

西双版纳粗榧与印度三尖杉分布于我国云南西双版纳地区,及与中国毗邻的越南、缅甸、印度、老挝和泰国等东南亚国家。从外部形态看,除印度三尖杉叶下表面具白色,西双

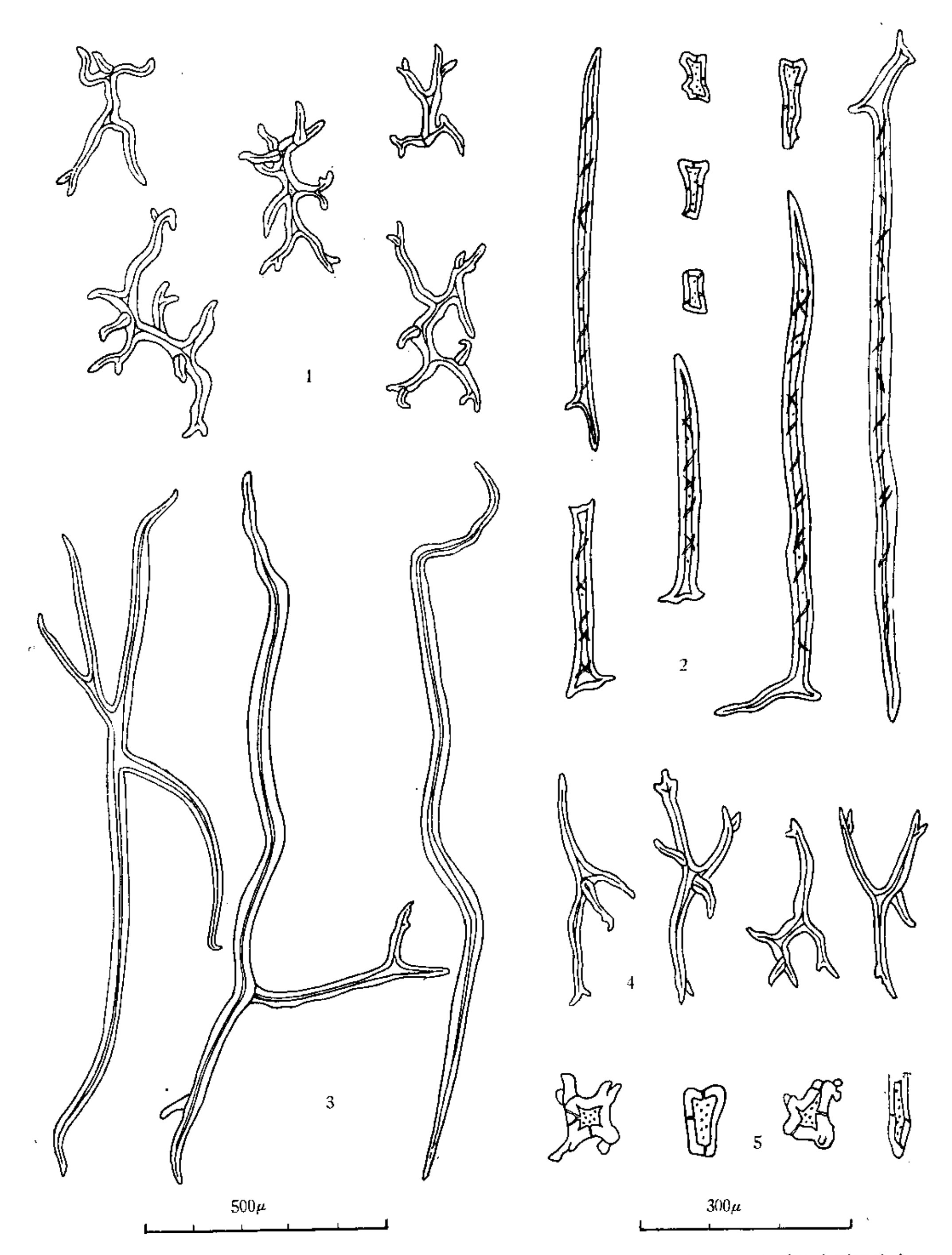



图1 1—5.三尖杉属叶片石细胞的类型 1. 三尖杉叶肉中的星状石细胞；2.日本粗榧叶片皮下层及叶肉中的纤维状石细胞与短石细胞；3. 篦子三尖杉叶肉中的丝状石细胞；4. 篦子三尖杉叶片皮下层的星状石细胞；5. 贡山三尖杉叶片基部叶肉中的短石细胞(图1—4为同一放大倍数)。

Fig. 1—5. Types of sclereid in the leaf lamina of *Cephalotaxus*. 1. Astrosclereids in the mesophyll of *C. fortunei*; 2. Fibriform sclereids and brachysclereids in the hypodermis and mesophyll of *C. harringtonia*; 3. Filiform sclereids in the mesophyll of *C. oliveri*; 4. Astrosclereids in the hypodermis of *C. oliveri*; 5. Brachysclereids in the mesophyll of leaf base of *C. lanceolata*.
(Fig.1—4. at same magnification)

表2 Table 2

| 三尖杉组 | 篦子三尖杉组 |
|---|---|
| 1.叶基部楔形或圆形,叶脉明显,叶排列疏松。 | 1.叶基部截形或微呈心形,叶脉不明显,叶排列紧密,形如篦状。 |
| 2.均为双环型气孔。 | 2.气孔为双环型与单环型。 |
| 3.气孔在单位面积上的平均数为47.3个/mm²(宽叶粗榧)—88.1个/mm²(日本粗榧)。 | 3.气孔平均数为120.6个/[mm]²。 |
| 4.除日本粗榧及柱冠日本粗榧外,皮下层均缺如。 | 4.具皮下层。 |
| 5.叶肉中具星状石细胞,短石细胞、纤维状石细胞或缺如。 | 5.叶肉中具大量丝状石细胞及少量星状石细胞与短石细胞。 |
| 6.叶下表面具明显的角层突起。 | 6.叶下表面角质突起不明显。 |
| 7.具7—18种生物碱(根据三尖杉、海南粗榧、日本粗榧、粗榧与台湾三尖杉的分析结果)。 | 7.仅具4种生物碱。 |

版纳粗榧为绿色以外,两者几无差别[10]。从叶片结构看,上述两种都具星状石细胞。必须指出,在某些地区采集的标本中,它们则不含有石细胞。此种现象在本属其它种类中从未见到。为此,我们建议:西双版纳粗榧与印度三尖杉并为一个种似比较合适。

在三尖杉组中,依据叶片中石细胞存在与否、石细胞类型及分布图式等特征,可初步分为4个系:1,星状石细胞系,包括三尖杉、印度三尖杉、海南粗榧、西双版纳粗榧、粗榧和台湾三尖杉;2,短石细胞系,如贡山三尖杉;3,纤维状石细胞系,包括日本粗榧及柱冠日本粗榧;4,无石细胞系,包括高山三尖杉及宽叶粗榧。

关于三尖杉科的系统位置,除了从外部形态、花粉形态、胚胎发育及化学成分等方面进行过讨论外[1,3,21]。在木材解剖方面,有不少作者主张三尖杉科应包括三尖杉属和穗花杉属(*Amentotaxus*)。因为三尖杉属不仅与红豆杉科(Taxaceae)各属(澳洲红豆杉属 *Austrotaxus* 除外)较相近,如轴向管胞都具螺纹加厚,正常树脂道和射线管胞缺如,交叉场纹孔柏木型为主,及具丰富的木薄壁组织细胞等。而且生长轮不明显,轴向管胞螺纹加厚多在纹孔口上下成对排列等特征,与穗花杉属更为接近[2,8,24]。Greguss 还根据木薄壁组织较发达,以及这类细胞端壁具节状加厚等特征,将上述两个属以及榧树属(*Torreya*)同包括在三尖杉科中[15]。在叶片结构方面,三尖杉属的绝大多数种类及红豆杉科中的穗花杉属,榧树属的皱乳榧树组(Sect. Ruminatae),叶肉中均含有石细胞;在叶脉的远轴面,有一个内生树脂道[6]。三尖杉科与红豆杉科叶子的转输组织,同属红豆杉型[19]。三尖杉科的气孔结构、分布与排列,都接近于红豆杉科与罗汉松科(Podocarpaceae)[14]。此外,三尖杉科与红豆杉科的穗花杉属,它们的树皮中都含有石细胞[5]。综上所述,三尖杉科不仅与大多数松杉类植物较近似,而且与红豆杉科及罗汉松科的亲缘关系更为密切。

## 参考文献

[1] 王伏雄、陈祖铿、胡玉熹,1979:从胚胎发育和解剖结构讨论红豆杉科的系统位置,植物分类学报,**17**(3):1—7。
[2] 成俊卿,1958:中国裸子植物材的解剖性质和用途,中国林业出版社。
[3] 朱太平,1979:三尖杉属植物的生物碱研究及其化学分类问题,植物分类学报,**17**(4):7—20。
[4] 郑万钧,傅立国,1978:中国植物志(第七卷),科学出版社。
[5] 胡玉熹,1983:中国特有裸子植物的解剖,I,穗花杉(Amentotaxus argotaenia (Hance) Pilger),植物学集刊,(1):133—140。
[6] 姚壁君、胡玉熹,1982:松柏类植物叶子的比较解剖观察,植物分类学报,**20**(3):275—294。

[7] 桂耀林、胡玉熹，1974：红豆杉属叶子的表皮特征与分类的关系，植物分类学报，**12**(3)：329—333。
[8] 唐耀，1936：中国木材学，商务印书馆。
[9] Baas, P., 1970: Anatomical contributions to plant anatomy I, Floral and vegetative anatomy of Eliaea from Madagascar and Cratoxylum from Indo-Malesia (Guttiferae). *Blumea* **18**: 369—391.
[10] Dallimore, W. and A. B. Jackson, 1966: A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. Revised by S. G. Harrison. Loneon. Edward Arnold.
[11] Endlicher, S. L., 1842: Genera plantarum Supplementum. **2**, 27.
[12] Erdtman, G., 1965: Poller and spore Morphology plant taxonomy: Gymnospermae. Bryophyte. Stockholm, Almqvist and Wiksell.
[13] Florin, R., 1931: Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. Kungl. Svenska Vetenskapsa-Kademiens, *Handlingar.* B. **10**, no. **1**.
[14] Florin, R., 1958: On Jurassic Taxads and Conifers from Noth-Western Europe and Eastem Greenland. *Acta Hortibergiani. Band* **17**(10): 259—388.
[15] Greguss, P., 1955: Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Bndapsst, Akademiai Kiadc
[16] Griffith, M. M., 1971: Transfusion tissue in leaves of Cephalotaxus. *Phytomor.* **21**: 86—92.
[17] Hanover, J. W. and D. A. Reicosky, 1971: Surface wax deposits on foliage of Picea pungens and other conifers. *Amer. J. Bot.,* **58**(7): 681—687.
[18] Hu Shiu-ying (胡秀英), 1964: Notes on the flora of China IV. *Taiwania,* (10): 13—62.
[19] Hu Yu-shi and Yao Bi-jun (胡玉熹和姚璧君) 1981: Transfusion tissue in gymnosperm leaves. *Bot. J. Linn. Soc.* **83(3)**: 263—272.
[20] Kausik, S. B. and S. S. Bhattacharya, 1977: Comparative foliar anatomy of selected gymnosperms: leaf structute in relation to leaf form in Coniferales and Taxales. *Phytomor.* **27**(2): 146—160.
[21] Keng, H. (耿煊), 1969: Aspects of morphology of Amentotaxus formosana with a note on the taxonomic position of the genus. *Jour. Arnold Arb.* **50**: 432—448.
[22] Metcalfe, C. R. and L. Chalk, 1979: Anatomy of the Dicotyledons (second edition), Clarendon press. Oxford.
[23] Napp-zinn, K., 1966: Anatomie des Blattes. I. Gymnospermen. Berlin: Borntraeger.
[24] Phillips, E. W. J., 1941: The identification of Coniferous woods by their microscopic structure. *J. Linn. Soc. London. (Bot.)* **52**(343): 259—320.
[25] Rao, A. R. and Manjn Malaviya, 1964: The peculiar sclereids of Cephalotacus drupacea. *Proc. Indian Acad. Sci.* Section B. **59**(4): 228—236.
[26] Rao, T. A., 1965: Studies on foliar sclereids in Gymnosperms. (A Preliminary Survey). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences,* **B61**(4): 196—203.
[27] Rao, T. A., 1980: Aspects and prospects of foliar sclereids in Angiosperms. in "Nagaraj, M. and Malik, C. P.: Current Trends in Botanical Research." p. 67—72.
[28] Shobe, W. R. and N. R .Lersten, 1967: A technique for clearing and staining Gymnosperm leaves. *Bot. Gaz.* **128**(2): 150—152.
[29] Singh, H., 1961: Seasonal variations in the shoot apex of Cephalotaxus drupacea Sieb et Zucc. *Phytomor.* **11**: 146—153.
[30] Singh, H., 1961: The life history and systematic position of Cephalotaxus drupacea Sieb. et Zucc. *Phytomor.* **11**: 153—197.
[31] Stockey, R. A. and T. N. Taylor, 1978: Scanning electron microscopy of epidermal patterns and cuticular structure in genus Araucaria. *Scanning Electron Microscopy,* **2**: 223—228.

# COMPARATIVE ANATOMY OF THE LEAVES OF CEPHALOTAXUS (CEPHALOTAXACEAE)

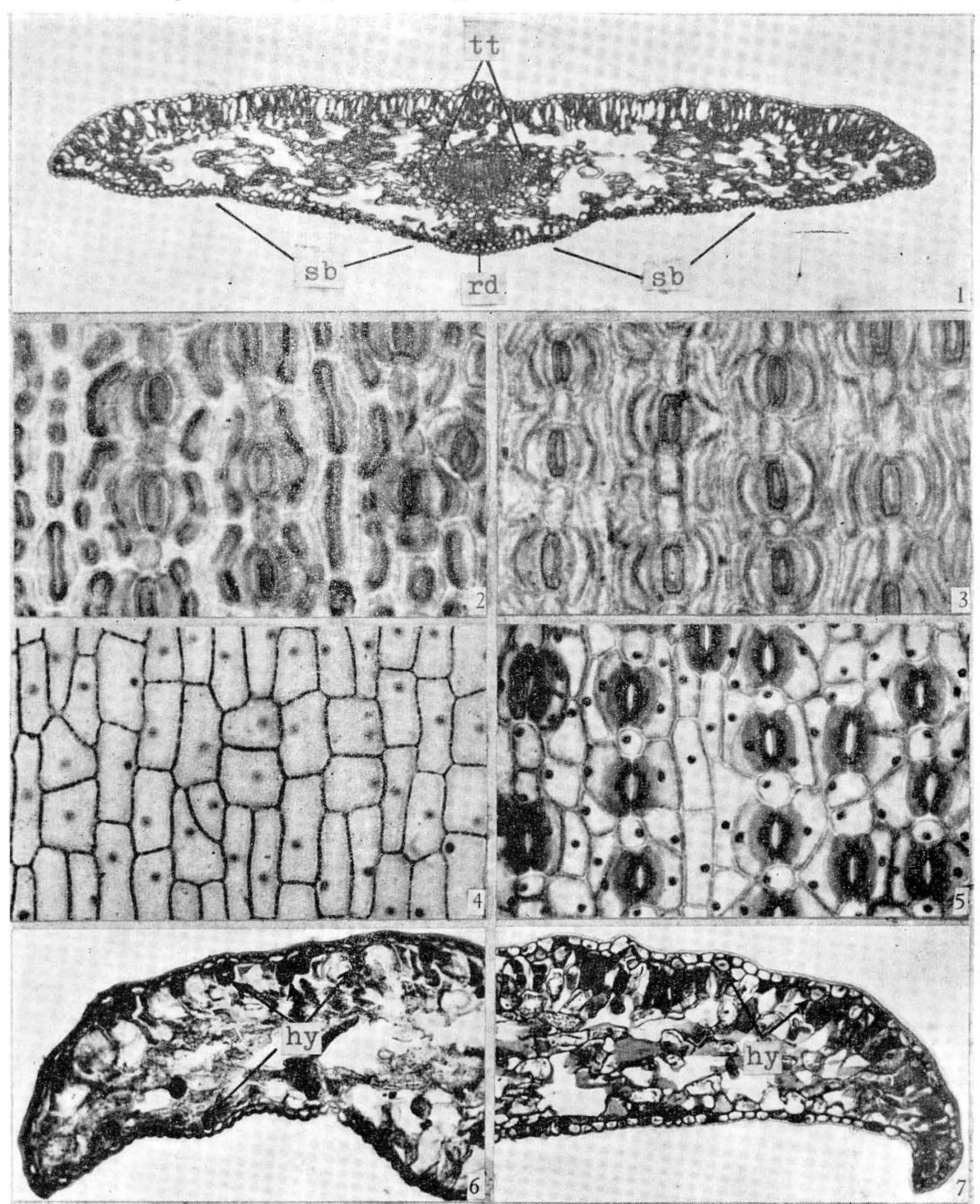
HU YU-SHI
(*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing*)

**Abstract** The internal structure and cuticular characters of the leaves of *Cephalotaxus* were investigated under light microscope and scanning electron microscope. The materials used belong to 9 species, 2 varieties and 1 cultivar.

The leaf characters of *C. oliveri* Mast. are as follows: stomata are amphicyclic and occasionally monocyclic; the stomatal frequency is $120.6/mm^2$; the hypodermis is present; there are a large number of filiform sclereids and a few brachysclereids and astrosclereids in the mesophyll; the cuticular projections on the lower surfaces are indistinct. This species differs from all the other species of *Cephalotaxus,* in which stomata are amphicyclic only; the stomatal frequency is $47.3—88.1/mm^2$; hypodermis is absent except in *C. harringtonia* and *C. harringtonia* cv. 'Fastigiata'; foliar astrosclereids, hrachysclereids asd fibriform selereids may be present or entirely absent; there are distinct cuticular projections on the lower surface. Based upon the above-mentioned features, the gross morphology as well as the alkaloids. *Cephalotaxus* may be divided into two sections, namely: Sect. Cephalotaxus and Sect. Pectinatae.

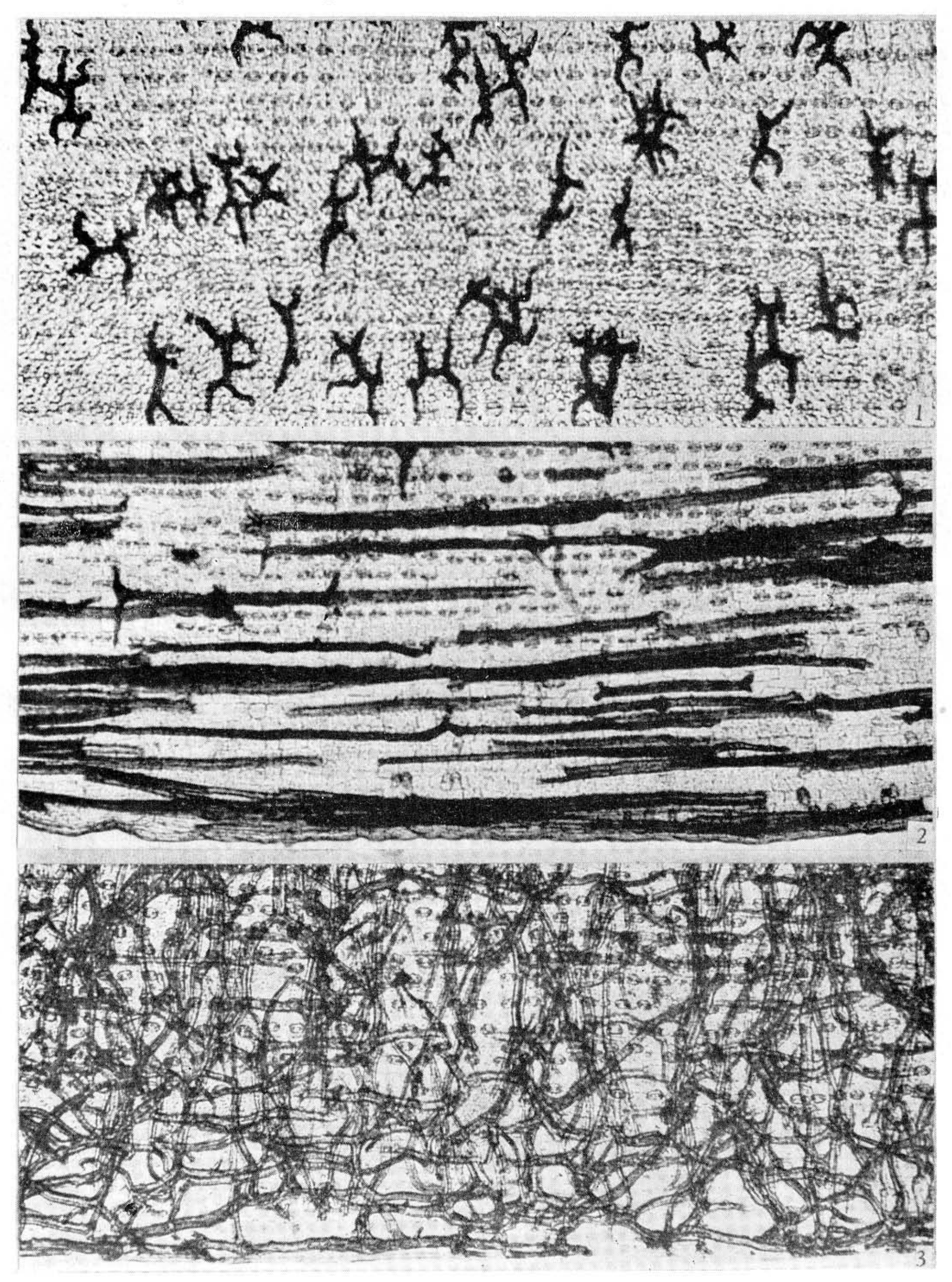
In addition, also discussed are following problems: the classification of some species in Sect. Cephalotaxus; the suggested subdivision of Sect. Cephalotaxus into 4 series, and the systematic position of Cephalotaxaceae.

**Key words** *Cephalotaxus;* leaf anatomy; sclereid; cuticular projection; phylogeny



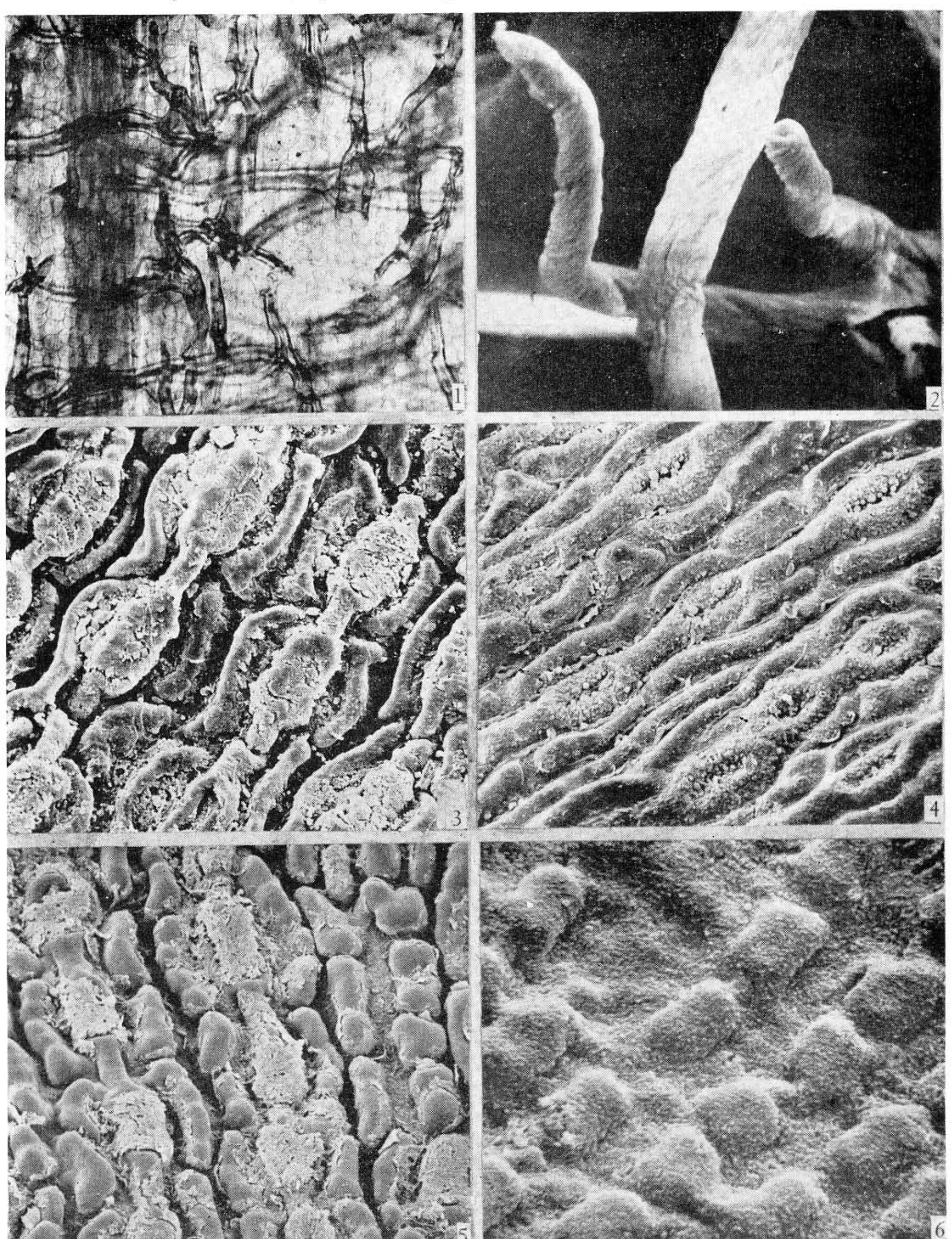

1.粗榧叶片横切面（rd .树脂道，sb. 气孔带，tt. 转输组织）(×35)； 2. 三尖杉叶下表面，示气孔(×200)；3. 粗榧叶下表面，示气孔(×200)；4. 篦子三尖杉叶上表面，示表皮细胞(×200)；5. 篦子三尖杉叶下表面，示气孔(×200)；6.日本粗榧叶片横切面的一部分（hy. 皮下层)(×80)；7. 篦子三尖杉叶片横切面的一部分(hy. 皮下层)(×80)。

1. Transection of the leaf lamina of *Cephalotaxus sinensis* (rd. resin duct, sb. stomatal band, tt. transfusion tissue) (×35); 2. The lower leaf surface of *C. fortunei*, showing stomata (×200); 3. The lower surface of *C. sinensis*, showing stomata (×200); 4. The upper surface of *C. oliveri*, showing epidermal cells (×200); 5. The lower surface of *C. oliveri*, showing stomata (×200): 6. Portion of transection of the leaf lamina of *C. harringtonia* (hy. hypodermis) (×80); 7. Portion of transection of the leaf lamina of *C. oliveri* (hy. hypodermis) (×80).



1—3. 整体透明叶片的一部分，示石细胞的类型与分布：1.三尖杉（×45）；2.日本粗榧（×45）；3.篦子三尖杉（×45）。

1—3. Portions of cleared leaves, showing distribution and type of sclereids: 1. *C. fortunei* (×45); 2. *C. harringtonia* (×45); 3. *C. oliveri* (×45).



1.篦子三尖杉透明叶片的一部分，示皮下层(×80)；2.在扫描电镜下，篦子三尖杉叶肉中丝状石细胞的一部分(×1400)；3—6. 扫描电镜下，叶片下表面气孔带区的结构特征：3. 海南粗榧(×1000)；4.日本粗榧(×1000)；5. 贡山三尖杉(×1000)；6. 篦子三尖杉(×620)。

1. Portion of cleared leaf of *C. oliveri*, showing hypodermis (×80); 2. Scanning electron micrograph of a portion of filiform sclereid of *C. oliveri* (×1400); 3—6. Under SEM structure characters of stomatal band in the leaf lower surface: 3. *C. hainanensis* (×1000); 4. *C. harringtonia* (×1000); 5. *C. lanceolata* (×1000); 6. *C. oliveri* (×620).